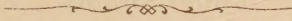


DU LAIT

N° 520

AU POINT DE VUE

PHYSIQUE, CHIMIQUE ET PHARMACEUTIQUE



SYNTHÈSE

PRÉSENTÉE A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE MONTPELLIER

le février 1883

PAR

Louis LAINÉ

Né à Blidah (Algérie)

Pour obtenir le grade de Pharmacien de 1^{re} classe



MONTPELLIER

IMPRIMERIE CRISTIN, SERRE ET RICOME, RUE VIEILLE-INTENDANCE, 5
1883

PROFESSEURS

J.-E. PLANCHON ✱ ✠ ✠ (I.P. 🌿) } Histoire naturelle des médicaments.
Botanique.

L. SOUBEIRAN ✠✠✠✠..... Pharmacie.

B. CAUVY (I. P.) , professeur honoraire

MASSOL.

Secrétaire agent comptable: F.-J. BLAISE.

NOTA.— L'Ecole de pharmacie n'accepte la responsabilité d'aucune des opinions émises par les candidats, dans les Thèses ou Synthèses qui lui sont présentées.

A la Mémoire vénérée du meilleur des Pères

A MA MÈRE, A MA SŒUR

A la Mémoire de mon Oncle A. COMMAILLE

Pharmacien en chef de l'hôpital militaire de Marseille

Docteur ès-sciences physiques

Chevalier de la Légion d'honneur

A MES PARENTS ET AMIS

L. LAINÉ.

A Monsieur le Docteur L. SOUBEYRAN

Professeur à l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier

A Monsieur E. PAUCHON

Professeur à l'École supérieure de Pharmacie de Montpellier

A TOUS MES MAITRES

L. LAINÉ.

INTRODUCTION.

Le lait, première nourriture des jeunes mammifères, est devenu l'un des plus précieux aliments de l'homme ; il doit le rang qu'il occupe à sa composition qui, simple par elle-même, est telle qu'il constitue un aliment complet suffisant au développement des jeunes animaux. Il leur présente, dans la caséine, une matière azotée, organisable, capable de produire tous les tissus de l'économie ; dans le beurre et le sucre de lait, les éléments combustibles qui deviennent la principale source de calorification ; enfin, dans les sels inorganiques, en première ligne, le phosphate de chaux indispensable au développement de la charpente osseuse.

Notre travail sera divisé en quatre chapitres.

Dans un premier chapitre, nous donnerons un résumé historique de la question ; dans le deuxième, nous nous occuperons du lait considéré d'une manière générale, en passant en revue les diverses causes qui peuvent apporter quelques changements dans la composition de ce liquide ; nous ferons suivre ce chapitre d'une étude des divers laits. Le troisième chapitre sera consacré à retracer les nombreux procédés qui ont été publiés pour l'essai d'un lait et à indiquer les principales falsifications. Enfin, dans le quatrième et dernier chapitre, nous indiquerons son emploi thérapeutique et pharmaceutique.

Tel est le programme que nous nous sommes tracé et que nous nous proposons de suivre.

Le sujet que nous avons choisi est très vaste et nous n'avons

qu'un regret: celui que notre inexpérience, en pareil travail, ne nous permette pas de l'exposer avec toute la clarté désirable, de l'enrichir de faits nouveaux.

Nous serons heureux si nos Juges, avec leur bienveillance habituelle, l'acceptent avec toutes ses lacunes et ses imperfections et tiennent compte des circonstances malheureuses dans lesquelles nous l'avons achevé.

Avant de terminer, nous prions notre professeur, M. L. Soubeiran, de vouloir bien accepter notre respectueuse gratitude pour la bienveillance avec laquelle il nous a accueilli et pour l'intérêt qu'il n'a cessé de nous témoigner.

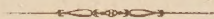
Que notre ami et collègue Barlatier, dont le concours dévoué nous a été si utile, reçoive nos remerciements.



DU LAIT

AU POINT DE VUE

PHYSIQUE, CHIMIQUE ET PHARMACEUTIQUE



CHAPITRE PREMIER.

RÉSUMÉ HISTORIQUE.

Hippocrate reconnaissait la plupart des principes du lait : la matière grasse, le sérum et la caséine, et en recommandait très fréquemment l'emploi.

Aristote admettait les mêmes principes. Il nous a fait connaître, en outre, la présure, qui, pour lui, était un véritable lait, puisqu'on le trouve, disait-il, dans l'estomac des animaux qui têtent encore. De plus, l'auteur de l'histoire des animaux a posé en principe que « tout animal qui a du lait, l'a dans les mamelles, et que les mamelles appartiennent à tout animal parfaitement vivipare. »

Telles étaient les connaissances de cette époque : nous voyons, d'après cet aperçu, que le sucre, l'albumine et les sels étaient complètement inconnus à ces auteurs anciens.

Ce n'est que beaucoup plus tard, au XVI^e siècle, que l'on rencontre des ouvrages donnant quelques notions exactes sur la composition du lait. Ainsi, dans un ouvrage traduit de l'italien, en 1578, il est dit que le lait laissé au repos rassemble sa crème à la partie supérieure; que celle-ci battue se tourne en beurre et que le lait écrémé peut se coaguler pour donner le fromage par l'action de la présure de chevreau, des semences de chardon bénit..., etc. La première mention du sucre de lait date de 1619; elle est due à Bartholde, médecin italien.

Mais les recherches chimiques un peu nettes, les plus anciennes, sont dues à Macquer et à Scheele. En 1751, Macquer s'occupe de l'analyse du lait; ce qui peut paraître singulier, c'est que l'existence du sucre de lait ne soit pas signalée dans cette analyse, alors que ce sucre avait été décrit dans des ouvrages antérieurs. Scheele, dans son *Traité de chimie*, consacre un long article à l'étude du lait et donne le premier, sur sa composition, les renseignements les plus complets : « On sait, dit-il, que le lait de vache contient du beurre, du fromage, du sucre de lait, quelques parties extractives, un peu de sels et que tout le reste n'est que de l'eau »

Comme ses devanciers, il parle de la coagulation du lait par les acides, il signale la propriété qu'ont les sels neutres de coaguler le lait à chaud; il cite le sucre et la gomme comme capables de produire le même phénomène. Il constate la présence de plusieurs principes inorganiques, il en détermine la nature et reconnaît la chaux, le chlorure de potassium, etc. Il découvre, dans ce liquide fermenté, l'acide lactique; en traitant ce dernier corps par l'acide azotique, il obtient l'acide mucique.

Après lui, Parmentier et Deyeux publient le mémoire le plus important qui ait été fait jusqu'alors, ils décrivent les principaux éléments du lait et dosent la caséine.

En 1808, Hermstadt étudie le lait de vache et croit avoir constaté que la densité de ce liquide augmente avec l'âge des animaux.

Berzélius, en 1815, publie de nouvelles recherches sur le lait ; sa méthode, qui consistait à analyser séparément la crème et le lait écrémé, a été complètement abandonnée.

Dans un mémoire sur la caséine, publié en 1830, Braconnat considère cette substance comme un acide et la désigne sous le nom de caséique ; il montre l'identité qui existe entre la caséine et l'albumine.

En 1832, M. Lassaigne démontre que 40 jours avant le part, le lait est alcalin, très chargé d'albumine et ne renferme ni caséine, ni sucre de lait, ni acide lactique.

En 1836, Donné substitue l'examen microscopique à l'analyse chimique, il s'occupe des modifications que peut éprouver le lait sous l'influence des maladies, il nous apprend à distinguer le colostrum et le lait malade du lait sain ; il imagine de plus un ingénieux instrument, le lactoscope, au moyen duquel on peut s'assurer d'une manière rapide de la richesse d'un lait.

En 1836, M. Péligré porte ses recherches sur le lait d'ânesse, et propose un procédé très simple qui donne d'assez bons résultats. Il consiste à faire évaporer à siccité et au bain-marie un poids déterminé de lait ; lorsque le résidu ne perd plus de son poids, on le pèse et on l'épuise par un mélange d'alcool et d'éther qui dissout la matière grasse ; on opère de nouveau la dessiccation ; on pèse, et la différence des deux nombres donne le poids du beurre. Des lavages à l'eau froide séparent le sucre de lait, dont la quantité est ensuite déterminée par le même moyen qui a servi à fixer celle de la matière grasse ; le résidu de ces opérations est de la caséine.

Dans la méthode employée par MM. Chevalier et Henry,

et suivie sensiblement par Quévenne (1842), le lait porté à l'ébullition est précipité par l'acide acétique: on évapore le sérum qui donne le sucre de lait et les sels: le caséum est traité à plusieurs reprises par l'éther chaud qui lui enlève la matière grasse; il est ensuite desséché et pesé.

Aux travaux de ces chimistes succèdent ceux de Haidlen. Ce savant a trouvé le lait de vache alcalin 8 fois sur 9, et la seule fois où il l'a trouvé acide, ce lait provenait d'une vache malade. Haidlen, se basant sur la propriété qu'a le sulfate de chaux de coaguler le lait à l'ébullition et de former, avec la caséine, du caséate de chaux, a indiqué une nouvelle méthode d'analyse du lait.

Dumas constate, en 1845, dans un mémoire publié dans les comptes rendus de l'Institut, que le lait des carnivores ne renferme pas de sucre, à moins toutefois qu'on ne leur donne que des aliments féculents.

En répétant, en 1847, les expériences de M. Dumas sur le lait des carnivores, M. Blondot a obtenu des résultats tout différents. Le lait d'une chienne soumise au régime de la viande crue lui a fourni des cristaux de sucre; quoiqu'il eût fait prendre du sucre à cette même chienne, son lait n'en devint pas plus sucré qu'auparavant.

En 1849, M. Poggiale a fait l'analyse du lait de vache; il a dosé le sucre par deux procédés différents: 1° par la réduction d'un sel cupro-potassique et en régularisant son emploi pour la détermination de la lactine; il a obtenu ainsi une première méthode de dosage; 2° par l'action qu'exerce le sucre de lait sur les rayons polarisés.

En 1852, M. Doyère a entrepris un travail complet sur la composition du lait; ses analyses ont été exécutées à l'aide d'une méthode nouvelle dont nous donnerons plus loin une idée.

Pour apprécier avec exactitude la qualité et la pureté du

lait, il faudrait doser un à un chacun de ses éléments ; une telle analyse est souvent impraticable. Aussi, M. Marchand a-t-il proposé, en 1854, de doser seulement le beurre, qui est le plus important de ses principes constitutifs, à l'aide d'un instrument auquel il a donné le nom de lacto-butyromètre.

En 1856, MM. Filhol et Jolly publient un important mémoire sur le lait. Ce travail remarquable relate une multitude de faits intéressants, et en particulier au sujet de la sécrétion lactée normale. Ils n'admettent pas la présence de l'albumine dans ce liquide. Cependant un lait ferait exception, ce serait celui de la truie ; Doyère, au contraire, dans des recherches également très importantes, exécutées à l'Institut agronomique de Versailles, sur de nombreuses variétés de lait, admet l'albumine comme constante.

En 1864, MM. Millon et Commaille (1) entreprennent une nouvelle étude du lait. Non seulement ils sont conduits à publier une nouvelle méthode d'analyse du lait, très rapide eu égard à son exactitude, mais encore ils arrivent à la découverte d'une nouvelle substance, la lacto-protéine, ainsi qu'à l'isolement de la matière odorante du lait.

En 1881, M. Adrian (2) mettant à profit l'idée que M. Marchand a eu d'employer simultanément la soude caustique, l'éther et l'alcool, dans certaines proportions ; pour opérer la dissolution des matières grasses de lait, a fait d'un simple procédé limité au dosage du beurre, une méthode d'analyse plus générale.

Nous terminons ici notre historique, nous réservant toutefois de détailler dans le courant de ce travail, les observations et procédés analytiques que nous avons seulement mentionnés et qui ne trouvent pas leur place dans ce chapitre.

(1) Comptes rendus 1864.

(2) Comptes rendus 1881.

CHAPITRE II.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES.

Considéré au point de vue physique, le lait se présente à nous sous l'aspect d'un liquide opaque, tantôt d'un blanc pur, tantôt blanc jaunâtre ou bleuâtre. Sa consistance est un peu crémeuse, sa saveur douceâtre et légèrement saline; son odeur fade et rappelant, dit-on, celle de l'animal qui l'a fourni.

Cependant elle se modifie quelquefois dans des circonstances particulières, c'est ainsi que certaines plantes de la famille des crucifères transmettent leur arôme alliacé au fluide sécrété par les mamelles. MM. Millon et Commaille ont démontré que cette matière odorante du lait était facilement isolée par le sulfure de carbone.

Le lait doit son opalescence et sa blancheur à la réflexion et à la réfraction de la lumière par la matière caséuse en suspension, et non pas à l'émulsion des matières grasses; car le lait un peu alcalinisé par la potasse perd, par une ébullition prolongée, presque toute la matière grasse sans perdre son aspect laiteux (1).

Soumis à l'action de la chaleur, le lait entre en ébullition, produisant à sa surface une pellicule de matière azotée, qui se renouvelle lorsqu'on l'enlève. Lorsqu'il est abandonné au repos en raison de son défaut d'homogénéité, on voit deux couches se former distinctement, l'une supérieure, plus légère, est essentiellement constituée par les globules butyreux qui

(1) C. A. Camerson, *Chem. Revs* 1875.

ont emprisonné dans l'intervalle qui les sépare une proportion variable de lait; l'autre inférieure, moins opaque qui constitue une sorte de sérum, dans lequel se trouvent les éléments solubles du lait, et, en outre, quelques globules.

Sa pesanteur spécifique est variable; elle est toujours supérieure à celle de l'eau. Le mode d'alimentation, les circonstances atmosphériques, l'état physique ou pathologique de l'animal, sont autant de causes de variabilité pour ce caractère. D'après Haller, la densité du lait est à celle de l'eau comme 277 est à 261; elle varie d'après divers auteurs dans les proportions suivantes : 1026, 1029, 1032, 1035.

Examen microscopique.

Étudié à l'état normal et à l'aide du microscope, le lait se présente sous l'aspect d'un liquide légèrement opalescent tenant en suspension une quantité plus ou moins grande de globules, dont le diamètre varie de 1 p. 400 à 1 p. 4000 de millimètres, la nature de ces globules n'a pas encore été déterminée d'une façon certaine et a donné lieu à différentes opinions.

Sont-ils de nature différente, comme le dit Leewenhoek, ou bien appartiennent-ils à un même élément? Donné affirme que les globules du lait ne peuvent appartenir qu'à la matière grasse ou à la matière caséuse. En général, on pense que les globules les plus gros appartiennent au beurre, et les plus petits à la matière caséuse; cependant MM. Hodgkin et Lister considèrent les globules comme étant identiques.

M. Raspail croit à l'existence de globules albumineux et de globules oléagineux.

Sont-ils organisés comme l'ont prétendu Mandt et Turpin? Ont-ils, comme l'assurent certains auteurs, une enveloppe

propre de caséine (Dumas et Henle), ou d'albumine (Raspail), ou bien flottent-ils dans le liquide comme cela a lieu dans les émulsions?

L'opinion de Turpin, qui admet l'existence de la double vésicule, de très fins globulins dans la constitution des globules butyreux et la vie individuelle de chaque globule, est complètement abandonnée aujourd'hui.

L'hypothèse de l'existence d'une membrane d'enveloppe à la surface des globules est encore controversée et demande de nouveaux éclaircissements. MM. Joly et Filhol se prononcent contre cette hypothèse; ils se fondent sur ce qu'ils n'ont jamais aperçu cette membrane lorsqu'ils ont traité les globules du lait par l'éther, au moment même de leur filtration. D'ailleurs si cette membrane caséuse ou albumineuse existait réellement, la teinture d'iode devrait la rendre visible en la colorant en jaune. De Sinety, traitant du lait frais par la rosaniline qui colore les substances albuminoïdes coagulées, n'a pas pu voir de membrane sur les globules du lait, tandis qu'elle était bien visible sur les globules du colostrum.

On a invoqué aussi les faits suivants en faveur de l'existence d'une membrane. Si l'on agite du lait avec de l'éther, la membrane d'enveloppe s'opposant à ce que l'éther dissolve la matière grasse, le lait conserve son caractère d'émulsion; mais si l'on traite d'abord le lait par la soude qui dissout l'enveloppe albumineuse, l'éther dissout la matière grasse et le lait devient transparent, presque aqueux. A cela on peut ajouter l'expérience de Donné, qui, ayant examiné au microscope des globules écrasés entre deux lames de verre, reconnut que la graisse était exprimée sous forme d'une gouttelette oblongue, et qu'il restait adhérent au verre une capsule roulée sur elle-même; l'exactitude de cette observation a été confirmée par Romanet, et surtout par Moleschott, qui, ayant précipité le lait par l'alcool, traité le coagulum par l'acide

acétique et l'éther, a observé qu'il restait alors de petites vésicules capables de se remplir d'une solution éthérée de chlorophylle. Cette dernière expérience serait concluante pour démontrer l'existence d'une enveloppe autour des globules butyreux.

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES.

Considéré au point de vue chimique, le lait est une solution de caséine, de sucre de lait et de sels, tenant en suspension des globules butyreux et une petite quantité de matière caséuse insoluble; enfin, il peut contenir différentes matières spéciales selon le genre d'alimentation, ou des substances médicamenteuses dont l'animal aurait fait usage. En somme, il est difficile d'assigner au lait une composition parfaitement déterminée.

Nous ferons connaître le résultat de quelques analyses, afin d'en donner une idée approchée.

Analyse du lait de vache.

	D'après MM. A. Chevalier et O. Henry.	M. Le Canu.	M. Quévenne.
Eau	87,02	86,80	87
Beurre	3,05	3,60	3,38
Caséum	4,48	5,60	3,67
Sucre de lait, matières extractives et sels	5,47	4,00	5,95
	100,00	100,00	100,00

Sa réaction est le plus souvent alcaline; rien de plus simple que de constater cette réaction chimique. Il suffit de plonger

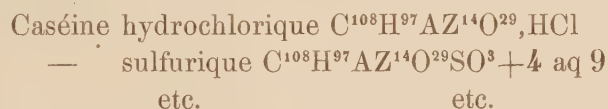
un papier réactif dans le lait, pour décider cette question; et cependant nous voyons tous les chimistes en désaccord sur ce point. Berzélius avait dit que le lait de vache était acide, M. Guersant l'avait répété pour le lait de femme, M. Pélilot pour le lait d'ânesse. Des expériences de M. Donné, il résulte que le lait est légèrement alcalin quand il provient d'animaux sains. Il doit cette alcalinité principalement aux phosphates et à quelques carbonates alcalins. Il prend toujours cette dernière réaction quelques heures après la traite.

Abandonné à lui-même à 15° ou 20°, le lait devient fortement acide et se coagule. Ces deux effets sont dus à la formation d'acide lactique aux dépens du sucre de lait sous l'influence de la caséine. La fermentation lactique commencée, il en résulte immédiatement une coagulation de la caséine, et alors le phénomène est arrêté, à moins qu'on ait le soin de saturer l'acide au fur et à mesure de sa formation; mais si on laisse persister la réaction acide, on observe bientôt un dégagement de gaz et il se produit de l'alcool. Parmentier et Deyeux ont été les premiers à constater la fermentation alcoolique du lait. Schéele avait observé le dégagement de l'acide carbonique. Les Tartares se servent de cette propriété pour préparer une liqueur spiritueuse dont ils retirent l'alcool par distillation.

Composition du lait. — Les éléments principaux du lait sont: la caséine, l'albumine, la lacto-protéine, la matière grasse, le sucre de lait, les sels, les gaz. En outre, on y démontre l'existence, soit normale, soit accidentelle, de petites quantités d'autres éléments accessoires, cholestérine, lécithine, iode, urée, et la créatine dont la présence dans ce liquide a été récemment signalée par M. Commaille.

Caséine. — La caséine constitue la partie azotée renfermée

dans le lait des mammifères; elle s'y rencontre sous deux états, à l'état insoluble et en suspension, et à l'état soluble. Cette distinction déjà ancienne, puisqu'elle avait été admise par Berzélius, Quévenne, etc., a été rejetée par Rochlder qui n'admet qu'une seule caséine, elle est insoluble ou peu soluble; la solubilité serait due à des impuretés. Millon et Commaille, dans leur travail sur le lait d'Alger, ont repris cette question et ont confirmé les expériences de Berzélius et de Quévenne, et dans une série de mémoires (1) ils ont décrit un certain nombre de sels de caséine. Il suffit pour les obtenir de préparer, par des lavages à l'alcool, à l'éther et à l'eau, par des dissolutions et des précipitations successives, de la caséine pure, qui est alors d'un blanc parfait et en poudre impalpable, de la dissoudre une dernière fois à l'aide d'une base d'alcali (soude) et de la précipiter par l'acide qui doit la fixer. Ils ont obtenu ainsi la combinaison chlorhydrique, sulfurique, chloroplatinique, phosphorique, arsénique et oxalique de caséine, qu'ils représentent par les formules suivantes :



Ces corps se présentent sous forme de matières coagulables insolubles, solubles dans un excès d'acide.

D'après Denis, on se procure facilement de la caséine en précipitant le lait frais par un excès de sulfate de magnésie. Le précipité, lavé avec de l'eau, saturée de sulfate de magnésie, est redissous dans l'eau, filtré pour enlever la graisse, enfin, le liquide clair est précipité par l'acide acétique étendu. Ou bien on précipite le lait étendu d'eau par l'acide acétique, le coagulum bien lavé est débarrassé de la graisse par agi-

(1) Comptes rendus 1864-65.

tation avec l'éther. Ainsi obtenue, la caséine est solide, amorphe, blanche, à peine soluble dans l'eau, elle se dissout facilement dans les lessives alcalines, dans un grand nombre d'acides employés en excès et dans quelques sels alcalins. L'eau contenant un demi-millième d'acide chlorhydrique dissout entièrement la caséine humide. La solution filtrée au papier dévie à gauche le plan de la lumière polarisée.

Albumine. — Cette seconde matière azotée, dont l'existence a été longtemps contestée, quoique se trouvant dans tous les laits en quantité notable, a été nommée *lactalbumine* par M. Commaille pour la distinguer de ses congénères. Cependant MM. Joly et Filhol contestent ce fait, et, d'après ces chimistes, il n'y aurait que le lait de truie qui contiendrait de l'albumine sans caséine, et ils basent leur opinion sur les expériences suivantes :

1° Si l'on filtre le lait à travers de forts papiers, de manière à exclure du liquide, tous les globules et toutes les matières qu'il tient en suspension, et qu'on le soumette à l'ébullition, le microscope lui-même ne permet pas d'y déceler la moindre trace de coagulation.

2° Si l'on prend du sérum résultant de l'action de la présure, et qu'on le sature à froid de chlorure de sodium, et qu'on y ajoute cinq ou six volumes d'alcool, il ne s'y produit pas de précipité. Une solution contenant de l'albumine donne en pareil cas d'abondants flocons.

Que l'albumine existe ou n'existe pas normalement dans les laits de femme, de vache et de chèvre, elle existe dans ces laits quand ils sont encore à l'état colostral ou quand ils ont séjourné longtemps dans les vaisseaux galactophores.

Lacto-protéine. — Cette troisième substance azotée du lait a été signalée par Millon et Commaille. Elle diffère complè-

tement des composés albumineux proprement dits: ces chimistes n'ont jamais pu combiner les substances albuminoïdes avec l'oxyde de mercure à l'aide du nitrate ou du sulfate de bioxyde; la lacto-protéine dans les mêmes circonstances, produit un composé parfaitement défini, et en employant le nitrate, l'acide est complètement éliminé (1).

D'après M. Commaille (2), sa composition chimique ($C^{36}H^{31}Az^5O^{18}$) la rapproche de la matière de la levûre, de la synaptase, elle doit jouer dans le lait le rôle de ferment, et c'est elle qui détermine les premières modifications qu'éprouve ce liquide. On la prépare comme il suit. Le lait privé de caséine par l'acide acétique, filtré, bouilli pour séparer l'albumine donne un liquide clair; on y verse 2 ou 3 gouttes de nitrate mercurique acide et bien exempt de sels mercurieux; on le recueille précipité, on le lave une fois avec l'eau acidulée au centième par de l'acide nitrique, puis à l'eau pure, tant que l'hydrogène sulfuré y produit une coloration, puis à l'alcool et finalement à l'éther; on le pèse et l'on retranche 20 p. 100 d'oxyde de mercure: le reste donne le poids de la lacto-protéine.

Voici la richesse en lacto-protéine de quelques laits:

Lait de vache	2,90	pour 1 litre.
— de chèvre	1,52	—
— de femme	2,77	—
— d'ânesse	3,28	—

Matières grasses. — La matière grasse du lait porte le nom de beurre, c'est assurément de tous les éléments constitutifs du lait le plus important. Il appartient à cette classe que Malagutti a désigné sous le nom de corps gras à saponification

(1) Comptes rendus 1864.

(2) Thèse pour le doctorat ès-sciences physiques, Marseille, 1866.

facile, c'est-à-dire des corps gras qui se dédoublent en acides et en glycérine. Suivant M. Chevreul (*Recherches sur les corps gras*), le beurre se compose de stéarine, margarine et oléine avec une petite quantité de caproïne, de caprine et butyrine; c'est ce dernier corps qui sous l'influence de l'oxygène ne tarde pas à donner de l'acide butyrique qui communique aux beurres, habituellement appelés rances, leur odeur repoussante. La richesse du lait en beurre est extrêmement variable, parce qu'un grand nombre de circonstances peuvent la modifier. Telle est, par exemple, l'influence des fractionnements de la traite. Quoi qu'il en soit, voici les moyennes que nous avons calculées pour un très grand nombre d'analyses d'auteurs les plus divers et les plus recommandables:

Lait de femme.....	4,50	pour 100 parties.
— vache	4,05	—
— jument	2,50	—
— brebis	5,55	—
— anesse	1,55	—
— chèvre	4,20	—
— chienne	9,72	—

Sucre de lait. — Lactine. — Lactose. — Le sucre de lait est une substance qui se trouve dans le lait des mammifères et lui est spéciale; c'est à sa présence que le lait doit sa saveur sucrée. Ce sucre existe dans le lait à l'état de dissolution; on l'obtient par l'évaporation et la cristallisation du petit-lait préalablement décoloré par le noir animal; l'opération s'exécute sur une grande échelle en Suisse, avec le résidu de la préparation du fromage.

D'après Kempler, les Braemanes connaissaient depuis longtemps le procédé d'extraction du sucre de lait; c'est un

médecin italien Bartholde, qui, le premier, en fit mention en 1619 sous le nom de *manna seu nitrum seri lactis*.

Le sucre de lait est blanc, dur, craquant sous la dent, il cristallise en prismes à 4 plans terminés par des pyramides quadrangulaires; il est plus soluble dans l'eau froide que dans l'eau bouillante. La lactose réduit le réactif cupro-potassique. Cette propriété a été mise en pratique par MM. Poggiale et Rosenthal pour opérer le dosage de cette substance dans le lait.

La fermentation du sucre de lait constitue un des points les plus intéressants de son histoire; elle ne se produit que sous l'influence d'une grande proportion de levûre de bière. Le ferment lactique, espèce de mycoderme, formé suivant Pasteur, de globules ou d'articles très courts, possède la propriété de métamorphoser la lactose en acide lactique par une sorte de dédoublement. Pour que cette fermentation puisse s'accomplir d'une façon régulière, il faut que l'acide soit neutralisé au fur et à mesure de son développement, et que la liqueur reste chargée de substances albuminoïdes nécessaires à la reproduction du ferment. Dans le cas où l'acide lactique n'est point neutralisé, la lactose donne naissance à de la mannite et subit la fermentation alcoolique.

L'acide azotique décompose le sucre de lait en acide macique, ce caractère ne permet pas de le confondre avec un autre sucre; ce caractère n'appartient qu'aux gommes et à l'acide pectique. Différentes bases, la potasse, la soude, la baryte, etc., peuvent se combiner avec le sucre de lait; il s'unit aussi en plusieurs proportions avec l'oxyde de plomb.

Sels du lait. — Les sels du lait varient en proportion, mais rarement en nature, car tous les auteurs sont généralement du même avis sur la nature des matières salines laissées par

l'incinération. Voici d'après Haidlen quelle est la composition des sels du lait de vache sur cent parties :

Phosphate de chaux.	0,2875
— de magnésie.	0,053
— de fer.	0,007
Chlorure de potassium.	0,1635
— de sodium.	0,0029
Soude.	0.0435

Gaz du lait. — Ces gaz sont l'oxygène, l'azote et l'acide carbonique. Suivant Hoppe, Seyler, 100 volumes de lait donneraient 3 volumes de gaz composés, en centièmes, de 55,15 d'acide carbonique, 40,56 d'azote et 4,29 d'oxygène.

Telles sont la composition et les propriétés des éléments du lait; nous allons nous occuper maintenant de l'action qu'exercent les divers agents sur le lait.

Actions des acides. — Les acides minéraux solubles dans l'eau et un grand nombre d'acides et de substances organiques, déterminent dans le lait la production d'un abondant coagulum, formé par une substance particulière qui a reçu des chimistes le nom de caséum. Le caséum emprisonne en se coagulant ainsi les globules du beurre; il entraîne en outre une partie des substances salines que contient le lait. Les sels neutres coagulent aussi le lait à froid, leur action est faible et incomplète.

Parmi les substances organiques, nous citerons la gomme, le sucre, dont l'action coagulante est connue depuis longtemps.

Action de certaines plantes. — Un grand nombre de plantes jouissent de la propriété de coaguler le lait; elles agissent probablement par les acides qu'elles renferment. Je signalerai parmi ces plantes les *gallium verum* et *luteum* de la famille

des rubiacées, et dans les carduacées les fleurs de l'artichaut *cyanara scolymus*. La grassette (*Pinguicula vulgaris*), de la famille des utriculariées, possède la propriété d'aigrir le lait, de le rendre si visqueux qu'on peut le tirer en fils.

Parmi toutes les substances qui coagulent le lait, aucune n'agit comme la présure que l'on retire du quatrième estomac des jeunes animaux qui n'ont encore pris que du lait pour nourriture.

Des diverses influences modificatrices. — Toutes les femelles des mammifères, un peu avant le part et plusieurs jours après secrètent un lait spécial destiné à l'alimentation des jeunes petits, et désigné sous le nom de *colostrum*. Ce liquide se distingue du lait ordinaire par des propriétés purgatives, par sa couleur jaunâtre, par sa viscosité, par ses gros globules (corps granuleux de Donné), qui paraissent dus à l'agglomération d'une substance albumineuse et être doués à 40° de mouvements *amiboïdes* (Vurtz, Dict. de chimie). Au point de vue chimique, le colostrum est remarquable par la présence d'une quantité plus ou moins grande d'une albumine coagulable par la chaleur, d'une faible quantité de caséine, et d'un excès de beurre et de sucre. L'ammoniaque le rend visqueux et filant; il subit plus aisément que le lait la fermentation lactique.

Ce n'est en moyenne que trois semaines après le part que l'état colostrale du lait disparaît chez la vache; mais les corps granuleux disparaissent dès les premiers jours.

Quant au rôle physiologique du colostrum, quel est-il? Certains auteurs admettent que ce liquide est indispensable au nouveau-né, parce qu'il le débarrasse de son méconium; d'autres praticiens, au contraire, tout en recommandant de faire prendre le colostrum au nouveau-né, le considèrent

moins comme un purgatif que comme un aliment plastique et de calorification.

Alimentation. — L'alimentation exerce sans contredit une influence sur la qualité et la quantité du lait. Une nourriture choisie et abondante augmente le beurre chez la femme et chez la vache, tandis que le sucre et la caséine ne varient pas sensiblement; elle doit être surtout abondante, car MM. Dumas et Boussingault ont fait remarquer qu'une nourrice dont l'alimentation laisse à désirer, retire de son propre organisme la graisse et les matières protéiques nécessaires au lait qu'elle sécrète.

Certaines plantes donnent au lait des propriétés spéciales: l'anis lui communique son odeur, l'absinthe son amertume, la gratiole sa propriété purgative, les plantes alliées, les crucifères leur odeur propre; un grand nombre de matières colorantes peuvent y passer: ainsi le sainfoin, l'*anchusa officinalis*, l'*equisetum arvense*, communiquent au lait une couleur bleue qui se développerait seulement sous l'influence de l'air; elle serait due, d'après Hermstadt, à une substance très analogue à l'indigo. Le même auteur assure aussi que le lait peut être teinté en rouge, quand on donne à manger à l'animal de la garance ou du gallium rubioïdes.

Un grand nombre de substances minérales peuvent également passer dans le lait, telles sont le sel marin, l'iodure et le bromure de potassium, etc.; nous reviendrons sur ce sujet à propos des laits médicamenteux.

Suivant Daniel, la quantité d'eau buë influe fortement sur celle du lait sécrété, le sel marin qui augmente cette sécrétion agirait en excitant la soif.

Gestation et part. — Un peu avant le part, le lait de vache contient de l'albumine (Lassaigne). Le colostrum est aussi

riche en albumine, mais quelques jours après le part, la caséine le remplace. Suivant Vernois et Becquerel, le lait des nourrices est plus riche en éléments nutritifs vers la fin de la gestation. La caséine y varie peu, cependant elle présente une légère augmentation après la sécrétion du colostrum. Le beurre offre des variations; quant au sucre, il paraît augmenter à mesure qu'on s'éloigne du part.

Repos et fatigue. — Lyon Playfair a fait voir que les animaux soumis au repos fournissent un lait plus chargé en beurre que ceux qui sont en liberté. Le même auteur ajoute que le lait d'une femme soumis à un repos complet présentait une notable proportion de beurre et de caséine.

Age. — Donné prétend que le lait d'une nourrice ayant plus de 30 ans a une moindre valeur nutritive que celui d'une plus jeune. Vernois et Becquerel ont observé que la proportion d'eau augmente de 45 à 35 ans, et que cette augmentation varierait de 86 à 89 pour 100: moyenne 87,50.

Influences pathologiques. — Donné est l'un des premiers savants qui se soient occupés des modifications que peut éprouver le lait sous l'influence des maladies. Bouchut admet, en termes vagues, que la plupart des affections morbides déterminent la pauvreté du lait. M. Quévenne a repris cette question et a fait un certain nombre d'analyses de lait de vaches atteintes de phthisie, de pneumonie, etc.; il résulte de ses recherches que, sous l'influence de ces maladies, le lait est altéré dans ses qualités; la quantité de caséine est diminuée, tandis que celle de l'eau est augmentée. Le lait d'un animal malade est donc impropre à la nutrition. On peut même voir dans le travail de MM. Filhol et Joly, plusieurs cas de

mort causés par l'absorption du lait sécrété au moment de vives émotions.

DES DIVERS LAITS

Lait de femme. — De tous les laits, le plus variable est sans contredit le lait de femme; et, à son égard, on n'est d'accord que sur une seule chose: c'est qu'il est très sucré. « Le lait de femme, dit M. Fonssagrives, il est à peine besoin de le dire, est celui qui présente le plus de variété dans les proportions relatives des éléments qui le constituent; particularité dont on se rend compte par la mobilité des circonstances physiologiques, la nourriture très variée, l'influence des passions, etc. »

Un grand nombre de chimistes s'en sont occupés; il a été analysé par MM. Haidlen, Payen, F. Simon, Quévenne, Becquerel et Vernois, etc. Sa composition chimique correspond à celle du lait de vache.

Par ses propriétés physiques, le lait de femme ressemble au lait de vache: sa densité est à peu près la même, elle varie de 1,030 à 1,034; il est toujours alcalin et conserve longtemps cette propriété. Il diffère surtout des autres laits par la difficulté que l'on éprouve à en séparer le caséum au moyen des acides: la caséine ne se coagule que difficilement et imparfaitement par la présure.

Ce lait, pour être bon, ne doit être ni acide, ni trop pauvre, ni trop riche en beurre; sa saveur doit être légèrement sucrée; son odeur presque nulle; sa couleur un peu bleuâtre quand on l'étend d'eau. D'après huit analyses, dues à diffé-

rents auteurs, on peut conclure que le lait de femme contient:

	Moyenne	Minimum	Maximum
Beurre.....	35,8	25,0	57,0
Caséine.....	17,5	3,2	54,0
Albumine.....	5,2	0,9	15,0
Lactine.....	66,6	48,0	77,0
Cendres.....	2,5	1,8	2,6

Lait de vache. — Ce lait est blanc, sans odeur ni saveur propre, et présente suivant Dogere, la composition suivante;

Eau.....	87,60
Beurre.....	3,20
Caséine.....	3,00
Albumine.....	1,20
Sucre de lait.....	4,50
Sels.....	0,70
	100,00

Ce qui le caractérise, c'est qu'aucun de ses éléments ne prédomine beaucoup sur les autres; moins sucré que les laits de femme et d'ânesse, il est plus riche en caséine et renferme une assez forte proportion de beurre.

La caséine du lait de vache se coagule franchement et se sépare mieux que celles des laits de femme et d'ânesse sous l'influence de la présure, des sels neutres, de l'alcool, etc.; sa densité varie de 1,050 à 1,059.

Lait d'ânesse. — Le lait d'ânesse est plus fluide que celui de vache; d'après Peligot, sa densité varie de 1,050 à 1,055. Ce lait est peu savoureux, il est coagulé par les acides et la présure. On dit généralement que le lait d'ânesse est celui qui se rapproche le plus de celui de la femme.

Ce lait a la composition suivante, d'après neuf analyses

dues à MM. Henry et Chevalier, Pélégot, Boussingault, Com-
maille :

	Moyenne.	Minimum.	Maximum.
Beurre.....	8,1	0,8	15,0
Caséine	12,2	0,9	22,2
Albumine....	11,0	3,8	15,5
Lactine.....	65,2	60,8	75,2
Cendres....	3,5	2,8	4,8

Comparons, maintenant, les moyennes des deux laits de
femme et d'ânesse, nous aurons :

	Lait de femme.	Lait d'ânesse.
Beurre.....	35,8	8,1
Caséine.....	17,5	12,2
Albumine....	5,2	11,0
Lactine.....	66,6	65,2
Cendres.....	2,5	3,5

Ces deux laits sont très sucrés, mais le sucre est le prin-
cipe le moins important du lait, puisqu'on peut facilement y
suppléer. Les principes albuminoïdes sont presque identiques,
quant au poids, mais ils sont soumis à de grandes oscillations
dans les deux laits, surtout chez la femme. Quant à la matière
grasse, qui donne beaucoup de chaleur, mais qui est souvent
indigeste, il y en a quatre ou cinq fois plus dans le lait de la
femme que dans celui d'ânesse. C'est probablement à cette
différence très notable et caractéristique qu'il faut attribuer
la facile digestion du lait d'ânesse.

Lait de chèvre. — Ce lait se rapproche assez par les carac-
tères extérieurs de celui de vache ; il s'en rapproche aussi
par sa composition chimique. Suivant Réveil, le lait de chèvre
est le plus épais de tous ; il a une odeur hircique très pro-
noncée, plus chez les chèvres noires que chez les blanches ;
son beurre est très abondant et blanc, il est riche en matière
caséine ; son sérum est jaunâtre avec une teinte verdâtre ; il

contient moins de sucre que le lait de vache. Ce lait se coagule facilement par la présure, sa densité est en moyenne 1,0156.

Lait de brebis. — Ce lait diffère peu, par son aspect, de celui de la vache, mais il s'en éloigne par sa composition : il est plus riche en matières solides ; sa densité est de 1,055 à 1,041. Dans certaines contrées il est fort employé et, à juste titre, il est le plus riche en beurre, et il suffit de dire que c'est avec lui que sont fabriqués les fromages de Roquefort répandus dans le monde entier.

Lait de jument. — Considéré au point de vue de sa composition chimique, le lait de jument établit la transition de celui de vache à celui d'ânesse. C'est le plus riche en sucre, de là son usage chez les Tartares pour obtenir des boissons fermentées. Il est d'une couleur blanche et peu odorant, sa densité moyenne est de 1,051.

Lait de chatte. — Ce lait analysé par M. Commaille, provenait d'une traite qui eut lieu vingt-quatre heures après le part ; son aspect ne présentait rien d'anormal. Riche en matières albuminoïdes, il était légèrement acide.

Lait de chienne. — Ce lait est remarquable, non seulement par le poids de son résidu, mais encore parce que la caséine y est quelquefois partiellement remplacée par de l'albumine (nourriture par la viande). Il est blanc, crémeux et s'épaissit ou se coagule par la chaleur. Sa densité moyenne est 1,036.

CHAPITRE III

ESSAI DU LAIT

L'usage du lait a pris dans ces dernières années un rôle très important dans l'alimentation; mais en même temps l'industrie des sophistications a suivi la même marche, apportant à ses procédés autant d'habileté peut-être que la science en met dans ses analyses. Les chimistes se sont efforcés de rechercher des procédés exacts, rapides, et mis à la portée des mains les plus inexpérimentées. Malheureusement ils n'ont pu jusqu'à ce jour atteindre ce résultat d'une façon complète.

La falsification du lait la plus commune consiste à écrémer le lait, ce qui en augmente la densité, et à y ajouter ensuite de l'eau pour ramener cette densité à l'état primitif: on peut découvrir cette fraude soit en prenant la densité au moyen du *lacto-densimètre* de Quévenne, soit en déterminant approximativement la proportion de crème au moyen du *crémomètre*, du *lactoscope* ou du *lacto-butyromètre* de Marchand.

Lacto-densimètre.—De tous les instruments pour découvrir l'addition de l'eau au lait, il n'en est qu'un seul qui, par sa simplicité et sa rapidité, puisse être confié à des mains inexpérimentées: c'est le lacto-densimètre de Quévenne.

Un aéromètre gradué de telle sorte qu'il marque 0° dans l'eau pure et 31° dans le lait pur. La densité du lait augmente quand on en retire la crème et diminue quand on y ajoute de l'eau. Le lacto-densimètre marquera donc plus de 31°

dans le premier cas, et moins de 51° dans le second. Toutefois, en ajoutant de la gomme, du sucre, etc., au lait additionné d'eau, on peut lui rendre sa densité normale.

Le crémomètre est une éprouvette divisée en 100 parties, dans laquelle on laisse séjourner le lait: la crème montée à la surface doit occuper 11 à 12 divisions. Ce procédé trop lent, puisqu'il exige au moins 10 à 12 heures, le rend impropre à déterminer la valeur d'un lait au moment de sa réception.

Le lactoscope de Donné est un instrument très ingénieux, composé de deux verres parallèles, pouvant se rapprocher ou s'écarter à volonté pour faire varier l'épaisseur du liquide qu'on place entre eux; le degré d'écartement des verres, nécessaire pour ne plus apercevoir une bougie placée à un mètre de distance, permet de déterminer, au moyen de tables, la richesse d'un lait en matière grasse. Cet instrument est donc fondé sur l'opacité que les globules butyreux communiquent au lait. Il présente un inconvénient qui en rend l'utilité assez contestable dans certains cas; c'est que tous les corps que l'on introduit dans le lait pour le falsifier peuvent aussi bien que la matière grasse, communiquer au liquide une opacité trompeuse et faire passer pour riche en beurre un lait qui aurait pu être en partie écrémé.

Le lacto-butyromètre de Marchand permet de doser rapidement le beurre du lait. Il consiste à un tube fermé à un bout, divisé en trois capacités égales de 0,10, dont la supérieure est divisée en centièmes. On verse dans le tube un décimètre cube de lait de façon à effleurer la première ligne de graduation, et on ajoute une goutte de potasse caustique pour tenir la caséine en dissolution. On ajoute de l'éther en quantité égale à celle du lait et on agite; puis on verse un décimètre cube d'alcool à 86°, on agite de nouveau et on

pose le tube dans un bain-marie à $+ 40^{\circ}$, on l'y maintient jusqu'à ce que la couche oléagineuse qui monte à la surface n'augmente plus. On lit la quantité de cette couche, et au moyen de la table dressée à cet effet, on connaît la quantité de beurre. On peut se passer de cette table et titrer le lait avec la formule suivante donnée par Marchand :

$$P = n + 2,52 + 12,60$$

P est le titre cherché, n est le nombre de divisions occupées par le beurre, 2,52 est le coefficient qui représente la quantité de beurre en grammes existant dans chaque degré du lacto-butyromètre, 12,60 est le coefficient qui représente le poids du beurre resté en dissolution dans le liquide: le tout se rapporte à un litre de lait.

Cette méthode est basée:

1° Sur l'inaction de petites quantités d'alcali caustique sur les corps gras en présence du glucose, de la lactine et de la caséine. La saponification ne peut s'opérer que lorsque la lactine ou le glucose ont été transformés en une matière brune, et le caséum en une matière mucilagineuse épaisse.

2° Sur la faible solubilité du beurre dans l'éther, même en présence de l'eau.

3° Sur la faible solubilité de ce corps gras dans une liqueur formée de volumes égaux d'éther, d'alcool et d'une solution aqueuse de lactine et de caséum, tel que peut être le lait dépouillé de crème.

M. Méhu a modifié ce procédé en substituant l'acide borique à la soude caustique: cet acide aurait l'avantage d'éviter la saponification partielle de la matière grasse, tout en facilitant le dépôt de la caséine. M. Méhu se sert d'éther sec et d'alcool à 90° saturé à froid d'acide borique cristallisé, il opère ensuite dans le butyromètre Marchand en suivant la marche ordinaire.

M. Gallipe a présenté dernièrement, au nom de M. Esbach, un galactomètre destiné à remplacer l'appareil de Marchand, dont les défauts sont aujourd'hui reconnus. C'est un simple matras très étroit, dont le col est formé par un tube gradué, et qui doit recevoir 10 centimètres cubes de chacun des liquides suivants : 1° le lait à examiner ; 2° un mélange de 100 centimètres cubes d'alcool à 90° et 6 gr. d'acide citrique pur ; 3° un mélange de 15 parties d'alcool à 90° et de 85 parties d'éther à 65°. Le beurre s'isole et forme une colonne dont on peut lire la hauteur sur le tube gradué. Une table permet ensuite de calculer la richesse réelle du lait d'après le chiffre observé. Les résultats donnés par ce procédé ont été constatés plusieurs fois par l'analyse complète du lait.

M. Lecomte a également donné un procédé pour le dosage du beurre dans le lait. Il mélange le liquide à quatre parties d'acide acétique cristallisable qui dissout la caséine et permet de la sorte d'isoler le beurre. Ce procédé laisse beaucoup à désirer sous le rapport de la séparation du beurre et surtout de la dissolution de la caséine.

Nous avons relaté les divers procédés employés pour déterminer les proportions d'eau et de matières grasses contenues dans un lait soupçonné ; mais pour obtenir un dosage exact de l'eau, l'évaporation est encore le meilleur moyen.

Un grand nombre d'expériences ont constaté que 100 gr. de lait normal donnent par évaporation une moyenne de 12 gr. 92 de matières solides.

Les divers procédés ci-dessus ont pour but la détermination de la quantité du beurre. Mais cette quantité peut varier avec la nourriture de l'animal, la distance plus ou moins grande de l'étable à la prairie, la richesse de la prairie elle-même, etc. Entre tous les principes du lait, la lactine est celui dont la proportion est la plus constante. On peut par l'analyse dé-

terminer la quantité de lactine contenue dans le lait, mais il est plus avantageux d'avoir recours à l'emploi des appareils à polarisation ou de la liqueur cupro-potassique, qui permettent de déterminer avec rapidité et précision la quantité de sucre qu'un sérum renferme.

Dans les essais au saccharimètre, il est indispensable d'obtenir un sérum parfaitement limpide; pour cela la coagulation par l'acide oxalique, indiquée par M. De Vry, réussit très-bien. Il faut aussi, comme l'ont démontré MM. Doyère et Poggiale, clarifier le sérum à l'aide de l'acétate de plomb tribasique, dans le but d'éliminer l'albumine qui fausserait les résultats en agissant sur la lumière polarisée en sens inverse de la lactine.

Détermination de la lactine au moyen du saccharimètre de Soleil. — Le procédé proposé par M. Poggiale consiste à coaguler le lait à 40° ou 50°, et à verser dans le liquide filtré quelques gouttes d'acétate de plomb qui produit un abondant précipité; on obtient par une nouvelle filtration une liqueur parfaitement transparente. Le sérum ainsi préparé est introduit dans un tube d'observation de 22 centimètres de longueur, et après l'avoir fermé, on le place sur l'instrument pour obtenir le nombre de degrés indiquant la variation que la lumière polarisée éprouve en traversant le liquide sucré.

Pour avoir le poids du sucre contenu dans un litre de petit-lait, il suffit de consulter la table établie par M. Poggiale ou de calculer au moyen de la proportion suivante :

$$\text{Soit } n \text{ le nombre de degrés : } x = \frac{201,90 \times n}{100}$$

201,90 exprime la quantité de sucre de lait qui, dissoute dans l'eau distillée, et portée au volume de 1000 centimètres cubes, produit une déviation de 100°.

Détermination de la lactine au moyen du réactif cupro-potassique.— Ce procédé, facile et expéditif, proposé par M. Poggiale, est basé sur la propriété que possède la lactine de réduire la liqueur cupro-potassique.

Il consiste à porter à l'ébullition 20^{cc} de liqueur de Fehling récente, et, au moyen d'une burette graduée en dixièmes de centimètres cubes, d'y verser goutte à goutte du petit-lait récemment préparé. Comme 20^{cc} de liqueur sont réduits par 136 milligrammes de lactine et par 96 milligrammes de glucose, il est facile de déterminer la richesse du lait. Si donc il a fallu *n*^{cc} de petit-lait pour réduire les 20^{cc} de liqueur, la proportion suivante donnera la quantité de sucre obtenu dans un litre de lait

$$x = \frac{0,136 \times 1000}{n^{cc}}$$

Dans l'origine, M. Poggiale a prescrit de doser la lactose au moyen du sérum de lait privé de caséum et de matières grasses. MM. Boussingault et Adrian ont reconnu ultérieurement que la présence des matières albuminoïdes et grasses du lait ne porte aucun trouble dans la nature des résultats.

Nous terminons ici l'exposition des principaux procédés qui ont été publiés pour l'essai d'un lait; mais, comme nous l'avons déjà dit, les éléments qui le constituent sont tellement variables qu'il est impossible de se prononcer sur le simple examen d'un lait par aucun des procédés pris isolément. Cependant celui qui paraît mériter le plus de confiance, c'est assurément le dosage de la lactine par l'un des procédés que nous avons exposés.

ANALYSE COMPLÈTE DU LAIT.

Lorsqu'on veut établir la composition du lait avec une rigoureuse exactitude, il faut avoir recours à l'analyse chimique, qu'aucun instrument ne peut remplacer, et qui fait connaître la proportion des éléments combinés dans le lait, savoir : l'eau, le beurre, la caséine, le sucre de lait et les sels solubles. Beaucoup de chimistes se sont occupés de cette question en employant diverses méthodes que nous avons exposées dans l'historique de notre travail.

La méthode employée par M. Péligré a des inconvénients en ce sens que, d'après M. Magnier de la Source, la dessiccation du lait à 100° fait perdre 3 p. 100 de plus qu'il n'y a d'eau libre. En outre, d'après M. Gerber, l'éther n'épuise jamais complètement le résidu de l'évaporation du lait; pour y arriver, il faut le maintenir divisé à l'aide d'un poids connu de sable fin et pur.

Le procédé suivi par M. Chevalier et Henry permet de se dispenser de l'évaporation lente du lait, mais là encore on rencontre l'inconvénient de ne pouvoir que très-difficilement dépouiller la caséine du beurre qu'elle emprisonne.

M. Haidlen verse 10 grammes de lait dans une capsule tarée contenant 1/5 de sulfate de chaux hydraté séché à +100°; il chauffe doucement pour que la coagulation se fasse bien; il se forme du caséate de chaux; puis il évapore à siccité et l'augmentation de poids donne la somme des matières solides du lait. Le résidu est pulvérisé, épuisé par l'éther pour en séparer le beurre, puis par l'alcool étendu qui dissout le sucre de lait et les sels sans toucher au caséum.

Doyère a donné une méthode assez compliquée mais assez exacte. Elle consiste dans les opérations suivantes : pour doser le beurre, on verse sur 10 gr. de lait étendus de quatre volumes d'eau, 4 à 5 grammes d'acide acétique; on agite et on jette sur un filtre: on verse dans deux capsules tarées 10 grammes du mélange liquide avant la filtration et 10 gr. du même mélange filtré; on dessèche à $+110^{\circ}$ ou 115° , et la différence de poids indique le beurre contenu dans le lait.

Pour doser la caséine, on prépare du petit-lait avec $\frac{1}{50}$ d'acide acétique et on en dessèche 10 grammes à $+115^{\circ}$; le résidu, rapporté à 1 gramme de lait et soustrait du résidu laissé par une quantité de lait, donne la quantité collective de la caséine et du beurre; mais, comme on connaît déjà ce dernier, on connaît la caséine par différence.

L'albumine se reconnaît par le mélange de deux volumes d'alcool à 40° avec un volume de petit-lait; on évapore et on obtient un résidu qui ne diffère du précédent que par l'albumine en moins, aussi la différence des deux poids donnera la quantité d'albumine.

Le sucre de lait est donné, avec 0,002 de matières salines, par l'évaporation de l'alcool filtré qui a agi sur l'évaporation précédente.

Pour avoir les sels, on calcine, dans une capsule de platine, une certaine quantité de lait qu'on évapore d'abord.

Pour connaître l'eau, on évapore à l'étuve à $+120^{\circ}$, 5 gr. de lait, et la différence de poids, entre le lait et le résidu, exprime la quantité d'eau.

MM. Millon et Commaille ont compris le dosage de la lacto-protéine dans une méthode d'ensemble d'analyse du lait, dans laquelle ils déterminent isolément chaque principe essentiel de ce liquide, en employant quelquefois des procédés connus.

Voici les principales indications de ce travail, en ce qui concerne la marche à suivre.

On mesure 20 centimètres cubes de lait, on les étend de quatre volumes d'eau, puis on y verse 5 ou 6 gouttes d'acide acétique marquant 10°. Il se forme immédiatement un coagulum nageant librement dans la masse du liquide.

Le coagulum fournit le dosage du beurre et de la caséine; le liquide sert à déterminer les quantités d'albumine, de lacto-protéine, de sucre de lait et des sels.

On jette le coagulum sur un filtre, à travers lequel passe rapidement le liquide, que l'on met de côté.

Le coagulum est lavé trois ou quatre fois, sur le filtre même, avec le moins d'eau possible, parce que celle-ci dissoudrait des traces de caséine; on fait succéder à l'eau distillée de l'eau alcoolisée, et tout le liquide de lavage, alcoolique ou non, est rejeté.

Coagulum, beurre et caséine. — Le coagulum détaché du filtre est épongé dans du papier buvard, puis bien délayé dans de l'alcool anhydre: le tout est jeté sur un filtre; le liquide écoulé est remplacé par de l'éther, additionné d'un dixième d'alcool absolu, et l'on continue le lavage avec ce mélange tant qu'on entraîne de la matière grasse.

Beurre. — Les liqueurs alcooliques et éthérées sont réunies dans une capsule tarée, la chaleur du bain-marie suffit pour chasser le liquide, et le beurre est pesé.

Caséine. — Le résidu non dissous par l'alcool anhydre et par l'éther est de la caséine. L'évaporation de l'éther donne une caséine d'un blanc pur, sèche et pulvérulente.

Petit-lait, albumine, lacto-protéine, sucre de lait et cendres.

— On partage en 3 portions le petit-lait que la filtration a séparé du coagulum; l'une sert à déterminer les quantités d'albumine et de lacto-protéine, l'autre celle du sucre de lait, et la dernière portion les cendres.

Albumine. — On prélève de 35 à 40 centimètres cubes sur la masse du petit-lait étendu, et l'on porte ce liquide à l'ébullition; on agite afin d'empêcher le coagulum albumineux de s'attacher aux parois de la capsule. Dès que la liqueur bout, on la jette sur un filtre, et l'albumine coagulée est lavée d'abord à l'eau, puis à l'alcool, enfin à l'éther. On étale le filtre, et le coagulum s'enlève d'une seule pièce. Il se dessèche à la vapeur de l'eau bouillante en un temps très-court.

Lacto-protéine. — Le petit-lait bouilli et séparé de l'albumine est réuni aux eaux de lavage de la même opération: on opère ensuite comme nous l'avons indiqué dans le chapitre « *De la composition du lait* »

Sucre de lait. — Dans la deuxième portion de petit-lait, on dose le sucre de lait en employant le procédé saccharimétrique de Barreswil.

Cendres. — La troisième portion de petit-lait doit représenter un volume de 25 centimètres cubes environ; on l'évapore dans une capsule de platine tarée, en chauffant d'abord à feu nu, puis on termine l'évaporation au bain-marie. Lorsque le poids du liquide ne varie plus dans deux pesées successives, on le calcine et l'on obtient le poids des cendres.

Le procédé employé par M. Adam a soulevé, de la part de M. Eugène Marchand, une revendication de priorité et quelques critiques auxquelles ce premier a répondu: comme

il ne nous appartient pas de juger ce différend, nous allons simplement exposer la marche à suivre.

Cet appareil est constitué par un tube de 40 centimètres de capacité et muni à sa partie supérieure d'un bouchon renflé à sa partie moyenne et effilé à sa partie inférieure terminée par un robinet de verre.

On introduit dans l'appareil, d'abord 20 centimètres cubes d'un mélange d'alcool à 75° et d'éther bien pur, mélange préparé d'avance dans les proportions de 10 d'alcool et de 11 d'éther, puis on ajoute 10 centimètres cubes de lait normal additionné d'une goutte de dissolution de soude caustique à 36°. On mélange avec soin et on laisse reposer; le liquide se sépare en deux couches: 1° une supérieure, limpide contenant tout le beurre; 2° une inférieure, opaline, renfermant toute la lactine et toute la caséine. La couche inférieure est soutirée à un centimètre cube près. On mélange de nouveau, et on laisse reposer quelques minutes, afin de réunir à la portion principale la petite quantité de matière lacto-caséuse qui s'est encore rassemblée dans le bas de l'appareil. Le tout est mis à part.

On soutire alors la solution butyreuse dans une capsule tarée; on lave avec un peu d'éther l'appareil pour recueillir toute la matière; on évapore et l'on pèse. La différence donne le poids du beurre augmenté de 1 centigramme dû à un peu de matière lacto-caséuse restée en arrière. Par un nouveau traitement à l'éther et en évaporant dans une autre capsule, cette matière restant dans la première, on aura directement le poids du beurre.

Pour séparer et doser la lactine et la caséine, on porte à 400 centimètres cubes le volume de la liqueur soutirée la première, au moyen de l'eau distillée qui a servi préalablement à rincer l'appareil.

On réunit à cette liquenr la petite quantité de lacto-caséine

qui est restée dans la petite capsule mentionnée plus haut, on mélange le liquide et on y verse de 8 à 10 gouttes d'acide acétique concentré. La caséine se sépare subitement, on laisse reposer cinq minutes, et on verse sur un filtre taré d'avance.

On recueille ainsi de 94 à 96 centimètres cubes d'un liquide limpide qui ne contient plus que les sels solubles et la lactine que l'on dose par la liqueur de Fehling.

Le caséum resté sur le filtre est lavé plusieurs fois par l'eau distillée; on sèche le tout; on repèse le filtre et la différence donne le poids de la caséine.

Falsifications du lait. — Les sophistications qui empoisonnent toutes les sources de l'alimentation publique n'épargnent pas plus le lait que les autres aliments; il n'en est peut-être aucune qui ait été soumise à autant de falsifications que cette boisson considérée aujourd'hui comme de première nécessité.

La sophistication du lait par l'eau se pratique sur une large échelle, et est la plus fréquemment mise en usage, mais elle n'est pas la seule, et elle a amené les laitiers à en pratiquer d'autres en vue de voiler cette première adultération. Pour lui rendre l'aspect du lait pur, ils ajoutent de la mélasse qui lui donne de la douceur, du sel qui lui donne de la saveur et d'autres substances pour rétablir la densité; dans ce dernier but, on y ajoute de la gomme adragante, de la dextrine. La présence de l'eau additionnée se reconnaîtra, comme nous l'avons indiqué plus haut, au moyen du lacto-densimètre, en combinant l'usage avec celui du crémomètre, ou mieux encore en déterminant par évaporation la proportion d'eau.

La fécule, l'amidon, la farine, qui paraissent ne pas être employés aujourd'hui comme agents de sophistication, peuvent être reconnus facilement, aisément, au moyen du microscope aidé de l'action et de l'iode.

La dextrine qu'on ajoute pour rendre au lait sa densité

sité est indiquée par la coloration bleue, violacée plus ou moins marquée que donne l'eau iodée; il vaut mieux agir sur le lait coagulé d'abord par l'acide acétique. M. Ch. Lamy a démontré par des expériences très précises que le sérum dextriné soumis au saccharimètre de Soleil tourne à droite et que la rotation diffère suivant la quantité de dextrine que le sérum contient.

Le sucre de canne ne peut être ajouté même en très petite proportion au lait pour lui donner de la densité, car celui-ci prend immédiatement une saveur trop sucrée.

Le sucre de fécule est plus fréquemment employé pour donner plus de densité au lait et masquer sa saveur fade: il suffit pour déceler sa présence, ainsi que celle du sucre de canne d'agir sur le lait, ou mieux sur le sérum au moyen d'un peu de levûre de bière, qui y détermine la fermentation alcoolique.

La gomme arabique se reconnaît facilement au moyen de l'alcool à 90° qui forme de nombreux flocons opaques et blancs; l'emploi de cette substance ne peut être d'aucun avantage pour le fraudeur; car il en faudrait 90 grammes par litre pour donner au lait une densité de 10,30, ce qui coûterait aussi cher que le lait.

Le bi-carbonate de soude ajouté au lait le rend très alcalin; après coagulation, le sérum a une saveur salée, âpre, amère et fait effervescence avec les acides. Les laitiers emploient parfois le bicarbonate de soude en petite quantité pour empêcher le lait d'aigrir, ceci ne peut être regardé comme une fraude.

Emulsions. — La falsification par les émulsions peut se reconnaître à l'odeur d'essence d'amandes amères que l'on pourra produire par l'addition de quelques centigrammes d'amygdaline en poudre jetés dans 2 à 5 grammes de lait.

Cervelles d'animaux. — On a été jusqu'à dire que le lait était falsifié par les cervelles d'animaux. Inutile d'insister sur cette falsification qui, d'après l'avis de différents auteurs, n'a jamais été pratiquée. L'examen microscopique permet de reconnaître les débris de vaisseaux sanguins et les éléments de matière nerveuse.

CHAPITRE IV

USAGES ET PRINCIPALES APPLICATIONS DU LAIT.

Un aliment parfait, d'après Moleschot, est celui qui contient tout à la fois une substance albuminoïde, du sucre, de la graisse et des sels. Le lait réunissant tous ces éléments, on conçoit très bien que tous les physiologistes l'aient nommé *l'aliment normal par excellence*.

La nature offrant le lait aux jeunes animaux comme première et unique nourriture, a indiqué à l'homme la puissance alibile de cette substance. Aussi l'a-t-il transportée dans son régime sous toutes les formes qu'il est susceptible de recevoir : lait pur, fromages, crème, beurre, etc. C'est un aliment doux qui porte ou entretient le calme dans l'organisme par son action locale et par son action générale. Il ne stimule pas les voies digestives, ne leur impose aucune opération laborieuse, ne leur présente au contraire que des substances facilement assimilables et ne laissant presque pas de résidu.

L'emploi du lait en thérapeutique est aussi ancien que la médecine; l'historique de cette question a du reste été faite avec beaucoup de développement par M. le D^r Pécholier; on le considère comme un léger laxatif, calmant, émollient, rafraîchissant, il convient dans un grand nombre de maladies; il est surtout indiqué dans la période dite de convalescence des maladies aiguës, alors que l'organisme a besoin d'aliments, et qu'en même temps il n'est en état de les supporter que dans une faible mesure. Viennent ensuite les maladies

du foie, du tube digestif dans lesquelles il est utile; celles de l'appareil respiratoire, celles du cœur réclament souvent son emploi.

Toutes les espèces de lait ne s'adaptent pas également à tous les cas morbides. L'expérience nous apprend que le lait de vache est le plus rafraîchissant, c'est surtout lui qui fournit aux besoins hygiéniques.

Le lait d'ânesse étant le plus facilement assimilable, et particulièrement recommandé dans le traitement des maladies débilitantes.

Le lait de chèvre passe pour restaurer les sujets épuisés par des maladies graves, et sert, dans beaucoup de pays, à l'allaitement des enfants. Dans ces derniers temps, l'on a préconisé le lait de chienne dans les cas de rachitisme chez les enfants; il donne de bons effets dans la scrofule et le mal de Pott.

Le lait de femme, d'après le docteur Cow, Handerson, est employé en Chine contre la phtisie et pour relever les forces des vieillards. On se le procure très facilement puisqu'il coûte à Shang-Haï 0,40 cent. la pinte.

Les travaux de Parmentier et Deyeux, et, en dernier lieu de MM. Harnier et Lewad, ont démontré que certaines substances médicamenteuses, à base minérale, administrées aux mammifères, soit directement, soit au moyen des aliments, étaient retrouvées dans les produits des sécrétions mammaires.

S'appuyant sur ces expériences, le docteur Labourdette a proposé de faire prendre aux scrofuleux, aux tuberculeux, des laits médicamenteux provenant d'animaux aux aliments desquels on mêle des proportions plus ou moins fortes de sel marin, d'iodure de potassium, de bichlorure de mercure, etc. M. le Dr Latour loue beaucoup cette médication qui est appelée à rendre de grands services. Déjà à Paris on trouve

dans plusieurs établissements un certain nombre de vaches soumises à des régimes spéciaux, et tenant à la disposition des clients les principales sortes de lait médicamenteux, notamment le lait chloruré et le lait ioduré.

La toxicologie a souvent recours au lait, pour combattre certaines intoxications et plus particulièrement celles dues aux poisons de la classe des irritants ; dans quelques circonstances, la matière caséuse forme des combinaisons insolubles ou peu solubles avec certains oxydes métalliques et empêche par là leur action toxique.

La pharmacie se sert du lait comme véhicule pour la préparation de divers médicaments destinés à l'usage externe, tels sont les lavements, les gargarismes, les cataplasmes émollients et adoucissants ; à l'intérieur, on emploie quelquefois le mélange d'eau et de lait, connu sous le nom d'hydrogala :

℞ Lait de vache	250
Eau	750

Mêlez et édulcorez à volonté (Form. des hôpitaux).

Sirop de lait.

℞ Lait	1
Sucre blanc	5
Eau de laurier cerise	Q. S.

On verse le lait dans une terrine que l'on porte dans un lieu frais ; au bout de 6 heures on enlève avec soin la crème qui ne doit pas entrer dans le sirop. Le lait écrémé est placé sur le feu dans une terrine vernissée que l'on a soin de tarer ; on le réduit à moitié par évaporation ; on y fait dissoudre le sucre cassé par morceaux, puis on le filtre. Quand le sirop est tiède, on l'aromatise avec de l'eau de laurier cerise

(1 gr. pour 100 gr. de sirop) (Soubeiran, *Traité de pharmacie*).

Lait purgatif de Planche.

Résine de scammonée.....	1,40
Sucre blanc.	10
Triturez et ajoutez peu à peu lait.	100
Eau de laurier cerise.....	3 à 4 gouttes.

Petit-lait.

Le Codex prescrit de le préparer comme il suit :

Lait de vache pur.....	1000 gr.
Portez à l'ébullition et ajoutez-y par petites portions Q. S. d'une dissolution faite avec acide tartrique ou citrique.....	1 gr.
Eau.....	8 —

Quand le coagulum sera bien formé, passez sans expression, remettez le petit-lait sur le feu avec la moitié d'un blanc d'œuf; portez à l'ébullition; passez et filtrez avec un papier lavé à l'eau bouillante.

Le docteur Batterburg recommande le lait comme un excellent dissolvant du sulfate de quinine, dont il dissimule en grande partie la saveur.

Le sucre de lait est quelquefois prescrit pour augmenter la masse des substances très actives et permettre une division facile à la dose totale.

M. Bibly recommande la lactose pour faciliter l'usage thérapeutique des gommes résines; il broie ces substances à chaud avec $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{2}$ de leur poids de lactose et conserve la poudre en vase clos. En même temps que la lactose facilite

la pulvérisation de ces diverses matières, elle rend plus facile leur émulsion.

La lactose donne également un excellent résultat dans la préparation de la poudre bleue et des pilules dites pilules bleues.

Les formules suivantes sont recommandées.

Mercure à la craie.

Mercure	3 parties
Craie préparée	4 —
Lactose	1 —

On éteint le mercure à l'aide des deux autres substances et l'on passe au tamis.

Poudre mercurielle pour pilules bleues.

Mercure	1 partie
Lactose	2 —

Triturez jusqu'à l'extinction du mercure, passez au tamis fin et conservez en vase clos. Cette poudre, broyée avec la conserve de rose, donne la masse des pilules bleues.

Tel est l'ensemble des travaux tant anciens que modernes dont le lait a été l'objet.

Nous y voyons les perfectionnements que l'on a fait subir aux procédés si variés et si divers d'analyses chimiques. Les réactifs, aidés du microscope, nous dévoilent toutes les falsifications, et leur emploi généralisé contrebalance la fraude la plus habile.

Un seul point ne nous paraît pas complètement élucidé :

l'étude histologique. L'emploi du microscope, prenant de jour en jour une extension plus grande, permettra bientôt, nous l'espérons, de combler cette lacune, fixant d'une manière définitive les quelques opinions qui ne sont encore qu'à l'état d'hypothèse, et qui n'ont pu sortir jusqu'à présent du domaine de la discussion.

FIN.

Vu bon à imprimer;
Le Professeur de Pharmacie,
LÉON SOUBEIRAN.

LISTE DES PRÉPARATIONS

Caséine.

Nitrate acide de mercure.

Phosphate de chaux,

Acide lactique.

Lactate de chaux.

Lactate de zinc.

Sucre de lait.

Petit-Lait.

Albumine.
